

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
**Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



09/423858

REC'D 29 JUN 1998

WIPO

PCT

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

**PRIORITY DOCUMENT**

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 25 MAI 1998

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : (1) 42.94.52.52 Télécopie : (1) 42.93.59.30

# BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle-Livre VI

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

<p>Réserve à l'INPI</p> <p>DATE DE REMISE DES PIÈCES <u>15.05.97</u></p> <p>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL <u>97 06082 -</u></p> <p>DÉPARTEMENT DE DÉPÔT <u>93</u></p> <p>DATE DE DÉPÔT <u>15 MAI 1997</u></p>		<p>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</p> <p>M. Michel RICHEBOURG CABINET MICHEL RICHEBOURG "Le Clos du Golf" 69, rue Saint-Simon 42000 SAINT ETIENNE</p>									
<p>2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> brevet d'invention <input type="checkbox"/> demande divisionnaire</p> <p><input type="checkbox"/> certificat d'utilité <input type="checkbox"/> transformation d'une demande de brevet européen</p> <p style="text-align: center;">demande initiale</p> <p><input type="checkbox"/> brevet d'invention <input type="checkbox"/> certificat d'utilité n°</p>		<p>n° du pouvoir permanent références du correspondant téléphone</p> <p><u>D72 PAT 185FR 0477433710</u></p>									
<p>Établissement du rapport de recherche <input type="checkbox"/> différé <input checked="" type="checkbox"/> immédiat</p> <p>Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non</p> <p>Titre de l'invention (200 caractères maximum)</p> <p style="text-align: center;">Préforme permettant l'obtention après déformation d'appareils orthodontiques personnalisés, les appareils obtenus et leur procédé d'obtention.</p>											
<p>3 DEMANDEUR (S) n° SIREN code APE-NAF</p> <p>Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination</p> <p><u>BONNET François</u> <u>BONNET Maïwenn</u> <u>BONNET Bruno</u></p>		<p>Forme juridique</p>									
<p>Nationalité (s) <u>FR</u></p> <p>Adresse (s) complète (s)</p> <p><u>BONNET François</u> <u>6, Passage du Ténor</u> <u>69100 VILLEURBANNE</u></p>		<p>Pays</p> <p><u>FRANCE</u></p>									
<p>4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée</p>											
<p>5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES <input type="checkbox"/> requise pour la 1ère fois <input type="checkbox"/> requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission</p>											
<p>6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE</p> <table style="width:100%;"> <tr> <th>pays d'origine</th> <th>numéro</th> <th>date de dépôt</th> <th>nature de la demande</th> </tr> <tr> <td><u>/</u></td> <td><u>/</u></td> <td><u>/</u></td> <td><u>/</u></td> </tr> </table>				pays d'origine	numéro	date de dépôt	nature de la demande	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>/</u>
pays d'origine	numéro	date de dépôt	nature de la demande								
<u>/</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>/</u>								
<p>7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n° date n° date</p>											
<p>8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (nom et qualité du signataire - n° d'inscription)</p> <p><u>M. RICHEBOURG</u> <u>Mandataire CPI 94-0216</u></p>		<p>SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION SIGNATURE APRES ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI</p> <p style="text-align: center;"><u>[Signature]</u></p>									

# DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDI- CATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN			R.M.*	DATE DE LA CORRESPONDANCE	TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR
Modifiée(s)	Supprimée(s)	Ajoutée(s)			
19 à 22	/	/	RM	4/9/97	11 SEP. 1997 - F I C

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article 28 du décret du 19 septembre 1979, est signalé par la mention "R.M." (revendications modifiées).

**PREFORME PERMETTANT L'OBTENTION APRES  
DEFORMATION D'APPAREILS ORTHODONTIQUES  
PERSONNALISES, LES APPAREILS OBTENUS ET LEUR  
PROCEDE D'OBTENTION**

5

La présente invention concerne le secteur des appareils orthodontiques, en particulier ceux qui sont adaptés précisément à la morphologie spécifique de chaque patient.

10 Plus particulièrement, elle concerne tous les appareils orthodontiques présentant une forme générale de corps creux éventuellement ouvert d'une ou plusieurs fenêtres, ou une forme à épaisseur variable, et qui, du fait de cette géométrie particulière, ne peuvent être réalisés à partir d'une ébauche en forme de plaque plane.

15 De tels appareils éventuellement amovibles peuvent être ceux destinés à maintenir la langue du patient dans un volume donné, en particulier ceux de type Enveloppe Linguale Nocturne ou E.L.N. de Bonnet.

20 D'une façon plus générale, l'invention concerne les appareils devant nécessairement être adaptés très précisément à chaque patient ou utilisateur pour remplir leur fonction, et qui ne peuvent être fabriqués à partir d'une ébauche en forme de plaque plane en raison de leur forme finale complexe (corps creux ouvert, épaisseurs variables que l'on ne peut obtenir par simple déformation d'une plaque,...). Au contraire, ces appareils sont réalisés à partir d'une ébauche ou préforme dont la forme permet son expansion dans un moule reproduisant la morphologie du

25 patient. Cette préforme présente une forme générale de corps tridimensionnel creux, plus particulièrement une forme tubulaire ou sensiblement tubulaire creuse, plus particulièrement encore une forme tubulaire ou sensiblement tubulaire creuse et découpée sur la partie avant supérieure pour former une ouverture.

30 Traditionnellement, de tels appareils sont réalisés en laboratoire, sur mesure, donc à l'unité, à partir de moules formés à partir du ou des

modèles d'étude eux-mêmes formés à partir de l'empreinte ou des empreintes prises dans le cabinet du praticien par ce dernier.

Plusieurs appareils sont généralement nécessaires au cours du traitement, pour suivre l'évolution de la morphologie du patient. A  
 5 chaque fois, il est nécessaire de prendre une empreinte, d'en tirer un modèle, puis un moule et de fabriquer l'appareil final.

Plus précisément, le procédé classique de fabrication est un procédé de moulage au contact. Il se déroule en 4 étapes :

- Construction du moule :

10 Le praticien prend une empreinte du maxillaire et éventuellement une empreinte de mandibule de son patient, le plus souvent en alginates en raison de leurs propriétés de polymérisation rapide et de biocompatibilité. Ces empreintes servent de base à la fabrication d'un modèle en une ou deux parties le plus souvent en plâtre  
 15 que l'on complète à l'aide de cires facilement collables et/ou déformables. Ceci nécessite de l'opérateur un vrai savoir-faire, intégrant coup d'oeil, dextérité et expérience. L'opérateur positionne aussi à l'aide de cire les systèmes de fixation, en général des fils métalliques, qui seront ensuite surmoulés et rempliront la fonction de fixation de  
 20 l'appareil terminé dans la bouche du patient, ainsi que toute autre pièce complémentaire nécessaire.

- Moulage au contact :

On utilise une résine à deux composants, un solide en poudre et un liquide, adaptée au moulage au contact des pièces  
 25 classiques d'orthodontie. On travaille par passes successives de mouillage par le liquide à l'aide de pipette et/ou pinceau et saupoudrage du solide.

Cependant, la forme de corps creux à épaisseur variable de certains appareils comme l'E.L.N. de Bonnet entraîne des difficultés  
 30 particulières de réalisation car les différentes zones de l'appareil ont des orientations et des rayons de courbures très variés. L'opérateur est donc confronté à plusieurs difficultés :



(i) Il lui faut trouver un compromis entre des passes trop liquides ou trop minces, ou de trop petite surface qu'il faut multiplier, ce qui allonge le temps opératoire, et des passes trop épaisses ou trop pâteuses qui créent des sur-épaisseurs irrégulières qu'il faudra ensuite meuler,

(ii) Il lui est difficile d'estimer ou mesurer les épaisseurs déposées pour contrôler son travail au fur et à mesure,

(iii) Il lui faut choisir entre le moulage de toutes les passes en une seule campagne de plusieurs minutes ou dizaines de minutes suivie d'une polymérisation unique finale, ou le moulage en plusieurs campagnes très brèves d'environ une minute chacune et autant de phases de polymérisation intermédiaires en autoclave sous pression supérieure à la pression atmosphérique (sinon présence de bulles de gaz qui nuisent à l'aspect de la pièce finie). Dans le premier cas, on obtient une pièce de transparence irrégulière peu flatteuse, dans le second cas le temps de réalisation et donc le coût sont notablement plus élevés.

#### - Démoulage et finition

On démoule l'ébauche, puis la finition est réalisée par usinage, meulage. La forme de l'ébauche étant assez éloignée de la pièce finale, la finition est une opération longue et délicate, qui génère du bruit et de la poussière. Ces pollutions étant incompatibles avec un cabinet d'orthodontie, la finition doit donc être réalisée dans un local et avec un équipement spécifique, notamment par exemple une hotte aspirante.

- Il existe des variantes, dans lesquelles on utilise la partie dents et gencive du modèle de mandibule, en complément du modèle du maxillaire. On complète avec un matériau de bourrage (par exemple du plâtre) la partie manquante, afin d'obtenir un moule complet. Le moule est dans ce cas totalement externe à la pièce à mouler ; l'accessibilité et la visibilité générales sont moins mauvaises que dans la variante précédente.

Cette méthode présente des inconvénients certains. En effet, les coûts de fabrication sont élevés (sur mesure), l'aspect et la qualité du produit

sont souvent insuffisants (manuel), des finitions parfois importantes sont toujours nécessaires, les délais sont excessifs. De plus, l'empreinte en alginates est détruite lorsque l'on démoule le modèle en plâtre. Il faut donc éviter d'abimer le modèle, pour ne pas mettre de nouveau le patient à contribution. Or, ce modèle en plâtre est fragile. Sa manipulation en est donc d'autant plus délicate, et demande donc d'autant plus d'attention et de temps. Enfin, le procédé génère du bruit, de la poussière et des odeurs (solvants,...).

Des tentatives de thermoformage ont été réalisées, afin de s'affranchir de certains des inconvénients liés au procédé classique. La technique de thermoformage est largement utilisée pour la réalisation d'appareils d'orthodontie. Elle est décrite dans de nombreux ouvrages généraux. Dans le domaine de l'orthodontie, on peut citer l'ouvrage de Michel AMORIC : « Gouttières orthodontiques et orthopédiques thermoformées », 1993, Editions SID.

Le principe de cette technique est que l'on utilise comme matériau de base une plaque plane à épaisseur constante. A partir d'un moule, réalisé classiquement, la plaque subira des déformations afin d'obtenir un appareil de forme approprié.

Tous les appareils ne peuvent être obtenus par cette méthode. En particulier, cette méthode n'est pas efficace pour des appareils en forme de corps creux ou certains appareils à épaisseur variable. En effet, les étirements que la plaque doit supporter dans ces cas précis sont assez importants et donc difficile à obtenir sans déchirement. Surtout, les épaisseurs ne peuvent être contrôlées, puisqu'elles sont simplement fonction de l'allongement nécessaire pour obtenir la forme voulue, et sont donc irrégulières puisque toutes les zones ne sont pas étirées de la même façon. Cette technique n'est donc pas adaptée à un certain nombre de cas.

La variante consistant à utiliser un appareil en deux parties, c'est-à-dire deux plaques de base donnant deux demi-appareils que l'on assemble, n'est pas non plus adaptée. Elle permet de diminuer les étirements subis par les plaques, donc les risques de déchirement et les problèmes

d'épaisseurs trop irrégulières, mais le problème est en partie déplacé vers l'assemblage des deux demi-appareils obtenus. En effet, la difficulté réside alors dans la précision et la solidité de l'assemblage par collage ou soudure, d'autant que l'on doit également implanter dans cette zone  
 5 d'assemblage les crochets de fixation de fixation de l'appareil dans la bouche du patient.

Les méthodes de thermoformage utilisées jusqu'à aujourd'hui ne permettent donc pas de réaliser des appareils en forme de corps creux ou certains appareils à épaisseur variable, et les risques d'endommager  
 10 le moule en plâtre unique sont importants.

L'invention permet de résoudre ces problèmes, en proposant un appareil en trois dimensions que l'on peut fabriquer en série, donc peu coûteux, appelé préforme. Cette préforme est différente d'une plaque plane et présente une forme générale permettant son expansion dans  
 15 un moule reproduisant la morphologie du patient. Cette préforme présente une forme générale de corps tridimensionnel creux, plus particulièrement une forme tubulaire ou sensiblement tubulaire creuse, plus particulièrement encore une forme tubulaire ou sensiblement tubulaire creuse et découpée sur la partie avant supérieure pour former  
 20 une ouverture. Ladite préforme peut ensuite être adaptée parfaitement à chaque patient, dans le cabinet du praticien ou le laboratoire du prothésiste, par un procédé de déformation comprenant une expansion, facile et rapide à mettre en oeuvre, dans un moule constitué à partir du modèle en plâtre et sans risque pour ledit modèle en plâtre. Elle permet  
 25 l'obtention d'un appareil fonctionnel ne pouvant être obtenu par un procédé de thermoformage classique à partir d'une plaque plane.

Le terme « opérateur » désignera la personne transformant la préforme en appareil fonctionnel, que ce soit le praticien dans son cabinet, ou le prothésiste dans son laboratoire.

30 Plus précisément, cette préforme est fabriquée en un matériau biocompatible puisqu'au contact direct parfois prolongé avec une cavité du corps humain. Elle doit à cet égard respecter les normes en vigueur. Elle peut être en matériau plastique de type thermodurcissable ou

thermoformable, déformable par expansion, et obtenue par exemple par injection ou tout autre procédé industriel approprié (première transformation), et présente une forme en trois dimensions telle que sa déformation permet d'obtenir facilement l'appareil final adapté à chaque patient. Cette déformation ou seconde transformation, qui comprend une expansion, est effectuée rapidement et facilement par l'opérateur, en fonction de la morphologie du patient.

Le mérite de l'invention est de s'être dégagé des inconvénients liés à la nécessaire fabrication et adaptation sur mesure d'un appareil orthodontique, en permettant la fabrication en grande série donc à faible coût d'une préforme, qui sera ensuite facilement adaptable par le praticien ou prothésiste au patient, afin d'obtenir après finitions un appareil fonctionnel en forme de corps creux ou présentant des variations d'épaisseur que l'on ne pouvait pas obtenir par simple déformation d'une plaque plane.

Le coût de fabrication est donc inférieur, les délais sont plus courts, le procédé est propre (sans poussière ni bruit ni odeur) et simple à mettre en oeuvre, sans risque pour le modèle en plâtre, et facilite le travail de l'opérateur.

La forme de la préforme est définie en tenant compte des déformations moyennes qu'elle subira lors de la seconde transformation, par exemple diminutions variables d'épaisseur et de largeur des parois, donc en fonction de l'appareil fonctionnel que l'on souhaite obtenir. On peut donc prévoir une préforme pour tel appareil et pour des patients de telle taille ou sexe ou âge. Ainsi, on permet la fabrication en série de la préforme, tout en limitant les déformations qu'elle devra subir, donc la longueur et la complexité de la seconde transformation.

On peut également prévoir, dans une variante, que la préforme est fabriquée et livrée à l'opérateur sous forme développée à plat, donc en deux dimensions et non plus en trois dimensions. On parle alors de préforme-développée. Un tel cas sera détaillé plus loin en référence aux figures. La préforme-développée est ensuite mise en volume, par l'opérateur, par roulage ou pliage, autour d'un gabarit approprié qui peut

être un ballonnet à expansion contrôlée, pour constituer la préforme en tant que telle. Ainsi, on diminue le coût de fabrication, et également le volume de la préforme fabriquée en série qui est ici une préforme-développée. De plus, cette structure en deux dimensions facilite  
 5 certaines manipulations par l'opérateur (aménagement d'une ouverture,...). Le raccordement (coupe) pour reconstituer le corps creux est situé dans la zone la moins déformée pendant l'expansion, par exemple sur l'étrave du toboggan dans le cas de l'E.L.N. de Bonnet. La soudure est réalisée à la main par pression (effet autocollant) de façon à  
 10 ce qu'elle résiste ensuite à l'expansion.

La seconde transformation dépend de la matière plastique utilisée. Si on utilise des matières plastiques thermoformables, la seconde transformation pourra être réalisée par des techniques apparentées aux techniques de soufflage, thermoformage, injection-soufflage, voir même  
 15 de façon mécanique, ou tout autre moyen approprié. Si on utilise des matières thermodurcissables, la seconde transformation pourra être réalisée par des techniques de type compression, moulage au sac, moulage par aspiration, préformage sur grille ou tout autre moyen approprié.

20 Cette seconde transformation sera effectuée par l'opérateur, c'est-à-dire par le praticien, dans son cabinet, ou par le prothésiste, dans son laboratoire, rapidement et facilement, par un procédé « propre » c'est-à-dire sans poussière ni bruit ni odeur, dans des délais très rapides et dans des conditions permettant une adaptation parfaite à la morphologie  
 25 du patient.

De plus, les différents appareils nécessaires au cours du traitement en raison de l'évolution de la morphologie du patient, pourront être réalisés successivement à partir du premier appareil fabriqué à partir d'une préforme. Ainsi, le premier appareil deviendra la préforme du deuxième  
 30 appareil, nécessaire quelques mois plus tard, ce deuxième appareil devenant à son tour la préforme du troisième, etc.... Les transformations seront donc rapides, puisqu'on ne repart pas de zéro à chaque fois, contrairement à ce qui se faisait jusqu'ici.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre, et en se référant aux figures annexées, dans lesquelles :

5       - La figure 1A représente en coupe frontale (axe A-A) une préforme sans ouverture selon l'invention, adaptée pour l'obtention d'une E.L.N. de Bonnet,

      - Les figure 1B et 1C représentent cette préforme respectivement en coupe sagittale (= longitudinale verticale) (axe B-B) et longitudinale horizontale (axe C-C),

10       - La figure 2A représente une vue de côté d'une préforme selon l'invention, pourvue d'une ouverture,

      - La figure 2B représente cette préforme 2A vue de dessus,

      - La figure 2C représente cette préforme 2A en perspective,

15       - La figure 3 représente un dispositif permettant de transformer, suivant la morphologie du patient, une préforme en appareil fonctionnel,

      - La figure 4 représente une coupe en perspective d'un ballonnet à expansion contrôlée mis en oeuvre dans un procédé selon l'invention,

20       - Les figure 5A, 5B et 5C représentent le ballonnet de la figure 4 selon une coupe respectivement frontale, longitudinale horizontale et sagittale (longitudinale verticale),

      - La figure 6 représente une préforme-développée selon l'invention,

      - La figure 7 représente représente la préforme obtenue par roulage/pliage de la préforme-développée de la figure 6.

25       Les figures 1 et 2 décrivent des préformes (1) selon l'invention, adaptées pour l'obtention d'une E.L.N. de Bonnet.

30       Les préformes selon l'invention peuvent avoir des formes variables, dépendant de la fonction donc de la forme de l'appareil que l'on obtient par déformation de ladite préforme. Par ailleurs, certaines adaptations nécessaires à l'obtention d'un l'appareil fonctionnel peuvent être

effectuées soit au stade préforme, soit pendant l'étape dite de seconde transformation, soit après cette étape. Ces adaptations peuvent se faire par découpe, usinage, soudure à chaud, ou autre procédé. D'une façon générale, la préforme présente une forme aussi proche que possible de la forme finale que l'on souhaite obtenir après déformation, afin de limiter le nombre d'opérations à effectuer par le praticien ou prothésiste tout en permettant la fabrication en grande série de la préforme de départ. Dans une variante, la préforme est pourvue d'au moins une ouverture.

10 Les figures 1 décrivent une préforme (1) selon l'invention, de forme sensiblement tubulaire creuse, sans ouverture, présentant une extrémité utile (2) et une extrémité non utile (3), ladite extrémité non utile étant éliminée après la seconde transformation de la préforme en appareil adapté au patient.

15 Les figures 2 décrivent une autre préforme (1) selon l'invention. Cette préforme est de forme sensiblement tubulaire creuse et découpée sur la partie avant supérieure pour former une ouverture 8. Cette ouverture (8) est destinée dans l'appareil final fonctionnel à permettre à la langue du patient de toucher l'avant du palais, en particulier les papilles palatines.

20 Cette ouverture est réalisée avant la seconde transformation, mais il est également possible de ne la réaliser qu'après cette seconde transformation. La préforme peut éventuellement comprendre également une excroissance (6) destinée au calage de la préforme dans le dispositif permettant d'effectuer la seconde transformation, ainsi que des avant-trous (7) servant à loger les pattes de fixation de l'appareil fonctionnel dans la bouche. La zone (5) correspond au palais, et la zone (4) à la partie inférieure ou toboggan de l'E.L.N. de Bonnet.

Dans l'ensemble de la description, les repères dans l'espace sont donnés en référence à un appareil orthodontique porté par un individu debout. Les vocables inférieur, avant, arrière,... sont ainsi explicites. Les plans de coupe sont eux aussi pris en référence à un individu portant par hypothèse l'appareil, ou par extension la préforme, voir même le ballonnet à expansion contrôlée qui a au repos la forme précise de la préforme. Une coupe frontale est une coupe dans le plan du front de cet

individu, une coupe sagittale est une coupe perpendiculaire à la première dans le plan vertical (axe de symétrie vertical), enfin une coupe longitudinale horizontale est une coupe perpendiculaire à la coupe frontale mais cette fois dans le plan horizontal.

- 5 L'invention concerne également le procédé de transformation de ladite préforme.

La transformation de la préforme permettra, après éventuellement adaptation (aménagement d'ouverture, d'avant-trous, fixation de pièces complémentaires ou de crochets de fixation, réduction de la surface de  
10 certaines zones, polissage,...), d'obtenir un appareil fonctionnel. Certaines zones de cet appareil devront être adaptées précisément à la morphologie spécifique du patient, d'autre devront respecter les formes définies par les règles de l'art de l'orthodontie en rapport avec la forme de la cavité buccale.

- 15 Dans le cas présent, la zone (5) qui correspond au palais, doit être précisément adaptée à la morphologie du patient. Par contre, la zone (4), qui correspond à la partie inférieure c'est-à-dire à la partie en retrait de la mandibule, et les zones latérales, en retrait des gencives et des dents, sont des zones définies par les règles de l'art plutôt que par la  
20 morphologie du patient.

La figure 3 représente le dispositif permettant d'effectuer la seconde transformation de la préforme, de façon à obtenir un appareil fonctionnel, éventuellement après adaptation (aménagement d'une ouverture, réduction de la surface de certaines zones, ...), avant la mise en bouche  
25 par le praticien.

Ce dispositif comprend un moule d'expansion (ou système de moules d'expansion) constitué du ou des modèles (9, 10) généralement en plâtre des maxillaire et mandibule du patient. On utilise pour cela comme matrice du ou des modèles l'empreinte ou les empreintes réalisées par  
30 le praticien sur le patient lorsqu'il étudie le cas. Ce moule peut être complété ou modifié par des moyens mécaniques traditionnels (usinage, adjonction de pièces métalliques, ou autre) de façon à présenter dans



les zones où cela est nécessaire les formes intérieures définies par les règles de l'art plutôt que par la morphologie du patient.

Le moule d'expansion (9, 10) est maintenu solidement et précisément en occlusion par un système de serrage (13), par exemple un système  
 5 mécanique, de façon à constituer le moule de seconde transformation. Le système de serrage peut également remplir la fonction de support et d'orientation par rapport à la verticale de l'ensemble.

La préforme (1) est placée dans le moule d'expansion (9, 10).

Elle peut être modifiée préalablement à la seconde transformation pour  
 10 lui donner une morphologie plus favorable à l'obtention de la forme finale, comme par exemple en créant une ouverture. Toutes les modifications ou adaptations pouvant être effectuées avant la seconde transformation permettront de limiter le nombre d'opérations après cette seconde transformation.

15 Le procédé de seconde transformation dépend du matériau utilisé pour fabriquer la préforme. Il comprend une déformation par expansion de la préforme afin d'obtenir un appareil adapté à la morphologie du patient et aux règles de l'art en matière d'orthodontie.

Plus précisément, il comprend les étapes suivantes :

- 20                   - constitution d'un moule d'expansion réalisé au moins en partie à partir du ou des modèles d'étude réalisés par le praticien sur son patient,
- positionnement de la préforme dans le moule d'expansion,
- 25                   - expansion de la préforme jusqu'à ce qu'elle ait atteint la forme voulue,
- démoulage de l'appareil obtenu qui devient fonctionnel après finitions.

Quelque soit le matériau utilisé, le procédé comprend une étape principale d'expansion de la préforme. Lorsqu'on utilise un thermodurcissable, le procédé comprend également avant démoulage une étape de polymérisation.

- 5 L'expansion peut être réalisée à chaud. Dans un procédé de ce type, on porte la préforme à la température de déformation de son matériau constitutif avant l'étape d'expansion, soit avant soit après l'étape de positionnement dans le moule d'expansion.

10 Il est à souligner que l'étape de portée de la préforme à température d'expansion et l'étape d'expansion ne sont pas nécessairement réalisées dans le même dispositif. On peut par exemple porter la préforme à température d'expansion dans un four, puis la déplacer dans le moule pour l'expansion.

15 La préforme est portée à température d'expansion par l'action d'un rayonnement (par exemple dans un four par exemple un four à infrarouge) ou d'un fluide caloporteur amené par un tube (12). Le rayonnement utilisé peut aussi être du type à micro-ondes ou à ultraviolet. Le fluide caloporteur peut par exemple être de l'eau portée à 100°C. Dans un mode de réalisation, le fluide caloporteur se confond  
20 avec le fluide d'expansion.

L'expansion se fait par l'intermédiaire d'un fluide d'expansion, par exemple de l'air comprimé ou de l'eau, ou de façon mécanique, jusqu'à ce que la préforme ait pris la forme voulue, c'est-à-dire qu'elle soit plaquée au moins en partie contre l'intérieur du moule. L'expansion peut  
25 aussi être limitée par un ballonnet à expansion contrôlée comme il est décrit plus loin. Dans ce cas, l'expansion sera contrôlée à la fois par le moule (dans certaines parties) et par le ballonnet à expansion contrôlée (dans d'autres parties).

30 L'expansion peut être réalisée par exemple par gonflage d'un ballonnet d'expansion (14), présentant un espace vide (17) à l'intérieur, préalablement disposé à l'intérieur de la préforme (1) et gonflé par un fluide d'expansion. Ce ballonnet est en matériau élastomère résistant à

la température d'expansion. Dans le cas illustré ici, le ballonnet est contenu en position pendant l'expansion par un bouclier de contention (15) solidaire de la canne d'arrivée du fluide d'expansion (par exemple de l'air comprimé) (11) elle-même fixée au support (13).

- 5 L'extrémité de la préforme peut être maintenue en position par l'intermédiaire de l'excroissance (6) ou par une partie du ballonnet.

- Un tel ballonnet peut être réalisé par injection d'élastomère résistant à la température d'expansion, comme par exemple le silicone, polyuréthane, nitrile. La réalisation du moule d'injection relève de techniques classiques non décrites en détail ici. Par exemple, on peut envisager l'injection ou la coulée de silicone dans un moule par exemple en Plexiglas (pour une meilleure visibilité) contenant un noyau en paraffine éliminé à chaud après vulcanisation à froid ou polymérisation ; ou encore par trempée avec un noyau équipé de renforts c'est-à-dire sans moule. Le noyau sera nécessairement fusible ou destructible afin de libérer l'espace nécessaire (17) dans le ballonnet.

- Le ballonnet peut être de forme simple sphérique ou cylindrique d'épaisseur constante, mais on peut également utiliser un ballonnet évolué ou ballonnet à expansion contrôlée. Un tel ballonnet à expansion contrôlée est décrit en figures 4 et 5A à 5C.

Ce ballonnet évolué (16) comporte au moins un moyen de contrôle de son expansion, par exemple une augmentation de l'épaisseur de sa paroi dans certaines zones et/ou introduction dans sa paroi de renforts rigides par exemple métalliques.

- 25 De façon préférée, un tel ballonnet aura au repos la forme précise de la préforme. Il permet ainsi la préhension de cette préforme, et son déplacement et positionnement rapide au cours de la manipulation, notamment dans l'expansion à chaud, entre la portée à température d'expansion et l'expansion c'est-à-dire lorsque la préforme est chaude.
- 30 La portée à température d'expansion peut donc être effectuée sur la préforme seule (hors du moule) par exemple dans un four et par exemple par rayonnement infrarouge, et peut être sélective c'est-à-dire favoriser les zones devant subir une forte expansion. Dans le cas de

l'E.L.N. de Bonnet, les zones subissant les plus fortes déformations, donc celles qui seront plus chauffées, sont l'arête supérieure du toboggan et la partie arrière supérieure de l'E.L.N. de Bonnet (qui vont accoster le palais du patient).

- 5 Le ballonnet peut également contenir des renforts métalliques comme des feuillets ressort (19) dans certaines zones, qui permettront un meilleur contrôle des déformations subies par la préforme : on parle d'expansion contrôlée, c'est-à-dire non aléatoire. L'expansion de la préforme elle-même sera donc contrôlée au moins en partie par le  
10 ballonnet et pas uniquement par le moule. Ainsi, le ballonnet pourra remplacer le moule dans les zones devant respecter les règles de l'art plutôt que la morphologie exacte du patient : dans ces zones, les renforts métalliques empêcheront les déformations. Ceci permet de simplifier les moules. L'élément (20) sert à maintenir la préforme en position lors de  
15 l'expansion.

De plus, le ballonnet peut contenir un tube rigide (11), par exemple en inox, percé d'un trou (18), qui permettra l'arrivée du fluide d'expansion.

- Ainsi, du fait de ces différences de structure par rapport au ballonnet sphérique, le ballonnet à expansion contrôlée va avoir un rôle plus  
20 complexe que la seule expansion de la préforme.

- A titre d'exemple, un ballonnet évolué utilisé dans l'élaboration d'une E.L.N. de Bonnet pourra présenter les particularités suivantes : forte épaisseur et renfort métallique à l'avant du toboggan, épaisseur latérale décroissante et renfort métallique élastique, tube métallique inséré, forte  
25 épaisseur arrière, faible épaisseur en haut et en bas.

- Lorsque l'extrémité utile de la préforme est fermée (Fig.1), le ballonnet d'expansion n'est pas indispensable. L'air comprimé arrive directement dans la préforme (1) par son extrémité ouverte (3), adaptée au tube d'arrivée d'air comprimé (11) par un système de serrage par exemple de  
30 type serflex.

Lorsque la préforme est fabriquée en matériau thermodurcissable, l'expansion est accompagnée simultanément ou ultérieurement d'un facteur de déclenchement de la polymérisation, qui peut être par exemple (i) une augmentation de la température de l'ensemble moule  
 5 d'expansion + préforme + éventuellement ballonnet, ou (ii) une source électromagnétique par exemple micro-ondes ou ultraviolet émis par une source disposée dans le ballonnet ou dans la préforme et alimentée par l'intérieur de la canne d'arrivée d'air comprimé (11).

10 Après l'expansion, qui permet à la préforme d'atteindre la forme voulue, et éventuellement la polymérisation, on démoule la pièce obtenue par ouverture du système de serrage. Dans la cas d'une expansion à chaud, l'ensemble est refroidi avant démoulage de la pièce pour figer la forme obtenue

15 Cette pièce peut alors être finie ou usinée par tout procédé traditionnel, comme par exemple polissage, ébarbage, chauffage localisé par micro-pistolet à air chaud ou autre, afin d'obtenir un dispositif fonctionnel adapté au patient. Cette étape de finitions est plus courte que dans un procédé classique, puisque la pièce obtenue est très proche de la forme finale précisément adaptée au patient.

20 Dans le cas où la préforme est fermée, on aménage la ou les ouvertures dans la pièce obtenue après la seconde transformation par découpage, et on élimine les parties inutiles (fenêtre, extrémité non utile) ou on réduit la surface de certaines zones, puis on effectue les finitions comme précédemment.

25 On réalise finalement, si nécessaire, le montage de crochets de fixation ou de toute pièce complémentaire dans les avant-trous éventuellement prévus dans la préforme, ou percés après la seconde transformation, puis collage ou soudage en position. Ces crochets de fixation ou pièces complémentaires peuvent également être fixées lors de la seconde  
 30 transformation : c'est alors l'expansion elle-même qui crée des surmoulages de fixation des crochets de fixation ou pièces complémentaires.

Dans une variante, la préforme est fabriquée et livrée à l'opérateur sous forme développée, c'est-à-dire en deux dimensions. On parle de préforme-développée.

5 La figure 6 décrit une telle préforme-développée adaptée pour l'obtention d'une E.L.N. de Bonnet. La zone 21 est le demi-développé gauche 21G ou droit 21D du cône du toboggan, la zone 22 est le demi-développé gauche 22G ou droit 22D du palais. Les zones 23 constitueront l'étrave du toboggan. Les traits en pointillés représentent les axes de pliage droit, gauche et central (axe de symétrie).

10 La préforme-développée est ensuite mise en volume, par l'opérateur, pour constituer la préforme en tant que telle, représentée en figure 7. On retrouve le cône du toboggan 21 et le palais 22. Le trait pointillé représente l'axe de pliage droit. Le raccordement (coupe) pour reconstituer le corps creux est situé dans la zone la moins déformée pendant l'expansion, sur l'étrave 23 du toboggan 21 dans le cas de  
15 l'E.L.N. de Bonnet. La soudure est réalisée à la main par pression (effet autocollant) de façon à ce qu'elle résiste ensuite à l'expansion.

La présente invention concerne également les appareils orthodontiques personnalisés obtenus par ledit procédé de transformation à partir de  
20 ladite préforme. Dans un cas particulier, un tel appareil constitue une Enveloppe Linguale Nocturne ou E.L.N. de Bonnet.

La présente invention couvre les différentes adaptations, applications et modes de mises en oeuvre qui peuvent être envisagés et qui sont à la portée de l'homme de métier.

25 Ainsi, on pourra réaliser plusieurs types de préformes, de forme et d'épaisseurs différentes, pouvant être facilement adaptés à la fonction recherchée, à la taille et à la morphologie des patients (adultes, enfants,...) et aux déformations que subira la préforme pendant le seconde transformation.

30 De même, les avant-trous ménagés pour recevoir des crochets de fixation lorsque cela est nécessaire peuvent être supprimés ou

remplacés par d'autres dispositifs ou aménagements (par exemple empreintes) facilitant l'insertion de pièces de fixation (pattes de fixation, barres à trous ou à ergots, etc...) pendant (par surmoulage) ou après (collage, vissage, soudage, etc...) la seconde transformation.

- 5 La préforme pourra présenter en surface des moyens de guidage, par exemple des bossages ou des creux, destinés à guider l'opérateur pendant l'opération de découpe, avant ou après la seconde transformation (aménagement de la fenêtre, réduction de la surface de certaines zones,...).
- 10 Le matériau choisi pour fabriquer la préforme peut être variable. Dans le cas de matériau thermoformable, on peut par exemple utiliser du polyéthylène, polypropylène, polyméthacrylate de méthyle, polycarbonates, PVC ou polyuréthannes ou tout autre matériau approprié. Concernant ce type de matériau thermoformable utilisé,
- 15 peut se référer notamment à l'ouvrage de M. AMORIC cité ci-dessus. Dans le cas de matériau thermodurcissable, on pourra utiliser par exemple des polyuréthannes ou polyméthacrylate de méthyle ou tout autre matériau approprié.

- 20 On peut utiliser différentes couleurs ou charges, voir différentes saveurs, pour en rendre l'utilisation plus attractive notamment aux jeunes patients.

- 25 La préforme peut, dans certaines parties, en particulier dans les zones où la géométrie de la surface est déterminée par les règles de l'art et non par la morphologie du patient, avoir la forme définitive de l'appareil fonctionnel. Par exemple, dans le cas de l'E.L.N. de Bonnet, la partie inférieure ou toboggan a une forme proche de celle d'un tronc de cône.

- 30 Le moule d'expansion peut être constitué d'un seul modèle de maxillaire comme premier demi-moule, et par un assemblage de pièces présentant des formes standard suivant les règles de l'orthodontie ou spécifiques au patient comme second demi-moule. Le ballonnet à expansion contrôlée peut également jouer le rôle du moule dans certaines zones.

La mise en température de la préforme peut être réalisée par plusieurs procédés, par exemple air ou autre gaz chaud, liquide chaud, rayonnement électromagnétique (par exemple infrarouge ou micro-ondes ou ultraviolet) émis par une source externe au ballonnet ou  
5 interne alimentée par la canne d'arrivée d'air.

Le flux du fluide caloporteur, qui peut être le fluide d'expansion, peut être externe à la préforme et/ou interne en utilisant le tube d'arrivée de fluide et un deuxième tube intérieur au premier pour la sortie, de même pour le refroidissement après transformation.



**REVENDECATIONS**

1. Préforme (1) permettant l'obtention après déformation d'appareils orthodontiques personnalisés, caractérisée en ce qu'elle est différente  
5 d'une plaque plane et en ce qu'elle présente une forme permettant son expansion dans un moule reproduisant la morphologie du patient.
2. Préforme selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle présente la forme générale d'un corps tridimensionnel creux.
3. Préforme selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'elle  
10 présente une forme tubulaire ou sensiblement tubulaire creuse.
4. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle présente une forme tubulaire ou sensiblement tubulaire creuse et découpée sur la partie avant supérieure pour former une ouverture 8.
- 15 5. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle est fabriquée en un matériau plastique de type thermoformable ou thermodurcissable déformable par expansion.
6. Préforme selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'elle est fabriquée en un matériau plastique thermoformable choisi dans le  
20 groupe constitué du polyéthylène, polypropylène, polycarbonates, polyméthacrylate de méthyle, PVC, polyuréthannes.
7. Préforme selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'elle est fabriquée en un matériau plastique thermodurcissable choisi dans le groupe constitué du polyméthacrylate de méthyle et polyuréthannes.
- 25 8. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce qu'elle est pourvue d'au moins une ouverture (8).

9. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce qu'elle présente en surface des moyens de guidage, par exemple des bossages ou des creux, destinés à guider l'opérateur pendant l'opération de découpe.

- 5 10. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce qu'elle est fabriquée sous forme développée à plat avant d'être mise en forme par l'opérateur.

11. Procédé de fabrication d'un appareil orthodontique personnalisé, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 10 - constitution d'un moule d'expansion (9, 10) réalisé au moins en partie à partir du ou des modèles d'étude réalisés par le praticien à partir de l'empreinte ou des empreintes prise sur son patient,
- positionnement de la préforme (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 dans le moule d'expansion,
- 15 - expansion de la préforme jusqu'à ce qu'elle ait atteint la forme voulue,
- démoulage de l'appareil obtenu qui devient fonctionnel après finitions.

- 20 12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'expansion se fait à chaud et en ce que l'on porte la préforme à la température de déformation de son matériau constitutif avant l'étape d'expansion, soit avant soit après l'étape de positionnement dans le moule d'expansion.

- 25 13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la portée à température d'expansion est réalisée par l'action d'un rayonnement ou d'un fluide caloporteur.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que le rayonnement utilisé est du type micro-ondes ou à ultraviolet ou à infrarouge.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que l'expansion est réalisée par l'action d'un fluide d'expansion ou de façon mécanique.
- 5 16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que le fluide d'expansion est de l'air comprimé ou de l'eau.
17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, caractérisé en ce que l'expansion est réalisée par l'intermédiaire d'un ballonnet d'expansion (14) placé dans la préforme (1) et gonflé par le fluide d'expansion.
- 10 18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que le ballonnet est à expansion contrôlée (16).
19. Procédé selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce que le ballonnet d'expansion (14, 16) est en matériau élastomère résistant à la température d'expansion.
- 15 20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 19, caractérisé en ce que la préforme est en matériau thermodurcissable et en ce que l'étape d'expansion est accompagnée simultanément ou ultérieurement d'une étape de polymérisation du matériau thermodurcissable.
- 20 21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 20, caractérisé en ce qu'il comprend de plus, pendant l'expansion, l'insertion par surmoulage de pièces de fixation ou pièces complémentaires.
- 25 22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 21, caractérisé en ce que l'étape de finitions comprend l'une au moins des actions suivantes : aménagement d'une ou de plusieurs ouvertures, polissage, fixation de crochets de fixation, fixation de pièce complémentaire élimination des parties inutiles, réduction de la surface de certaines zones.

23. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 22, caractérisé en ce que l'on utilise comme préforme l'appareil orthodontique obtenu par le procédé lors d'un cycle précédent.

5 24. Ballonnet d'expansion, caractérisé en ce qu'il est mis en oeuvre dans un procédé selon l'une quelconque des revendications 17 à 23, et en ce qu'il comporte au moins un moyen de contrôle de son expansion.

10 25. Ballonnet selon la revendication 24, caractérisé en ce que le moyen de contrôle de son expansion est choisi parmi les moyens suivants, à savoir une augmentation de l'épaisseur de sa paroi dans certaines zones et l'introduction dans sa paroi de renforts rigides par exemple métalliques.

15 26. Appareil orthodontique personnalisé, caractérisé en ce qu'il est fabriqué à partir d'une préforme (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 par l'intermédiaire d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 23.

27. Appareil orthodontique selon la revendication 26, caractérisé en ce qu'il constitue une Enveloppe Linguale Nocturne ou E.L.N. de Bonnet.

## REVENDICATIONS

1. Préforme (1) permettant l'obtention après déformation d'appareils orthodontiques personnalisés, caractérisée en ce qu'elle présente la  
5 forme générale d'un corps tridimensionnel creux et en ce qu'elle présente une forme permettant son expansion dans un moule reproduisant la morphologie du patient.
2. Préforme selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'elle présente une forme tubulaire ou sensiblement tubulaire creuse.
- 10 3. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisée en ce qu'elle présente une forme tubulaire ou sensiblement tubulaire creuse et découpée sur la partie avant supérieure pour former une ouverture 8.
4. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,  
15 caractérisée en ce qu'elle est fabriquée en un matériau plastique de type thermoformable ou thermodurcissable déformable par expansion.
5. Préforme selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle est fabriquée en un matériau plastique thermoformable choisi dans le groupe constitué du polyéthylène, polypropylène, polycarbonates,  
20 polyméthacrylate de méthyle, PVC, polyuréthanes.
6. Préforme selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle est fabriquée en un matériau plastique thermodurcissable choisi dans le groupe constitué du polyméthacrylate de méthyle et polyuréthanes.
7. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,  
25 caractérisée en ce qu'elle est pourvue d'au moins une ouverture (8).

8. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce qu'elle présente en surface des moyens de guidage, par exemple des bossages ou des creux, destinés à guider l'opérateur pendant l'opération de découpe.

- 5 9. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce qu'elle est fabriquée sous forme développée à plat avant d'être mise en forme par l'opérateur.

10. Procédé de fabrication d'un appareil orthodontique personnalisé, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 10                   - constitution d'un moule d'expansion (9, 10) réalisé au moins en partie à partir du ou des modèles d'étude réalisés par le praticien à partir de l'empreinte ou des empreintes prise sur son patient,
- positionnement de la préforme (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 dans le moule d'expansion,
- 15                   - expansion de la préforme jusqu'à ce qu'elle ait atteint la forme voulue,
- démoulage de l'appareil obtenu qui devient fonctionnel après finitions.

- 20 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'expansion se fait à chaud et en ce que l'on porte la préforme à la température de déformation de son matériau constitutif avant l'étape d'expansion, soit avant soit après l'étape de positionnement dans le moule d'expansion.

- 25 12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la portée à température d'expansion est réalisée par l'action d'un rayonnement ou d'un fluide caloporteur.

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le rayonnement utilisé est du type micro-ondes ou à ultraviolet ou à infrarouge.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que l'expansion est réalisée par l'action d'un fluide d'expansion ou de façon mécanique.

5 15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que le fluide d'expansion est de l'air comprimé ou de l'eau.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 15, caractérisé en ce que l'expansion est réalisée par l'intermédiaire d'un ballonnet d'expansion (14) placé dans la préforme (1) et gonflé par le fluide d'expansion.

10 17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que le ballonnet est à expansion contrôlée (16).

18. Procédé selon la revendication 16 ou 17, caractérisé en ce que le ballonnet d'expansion (14, 16) est en matériau élastomère résistant à la température d'expansion.

15 19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 18, caractérisé en ce que la préforme est en matériau thermodurcissable et en ce que l'étape d'expansion est accompagnée simultanément ou ultérieurement d'une étape de polymérisation du matériau thermodurcissable.

20 20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 19, caractérisé en ce qu'il comprend de plus, pendant l'expansion, l'insertion par surmoulage de pièces de fixation ou pièces complémentaires.

25 21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 20, caractérisé en ce que l'étape de finitions comprend l'une au moins des actions suivantes : aménagement d'une ou de plusieurs ouvertures, polissage, fixation de crochets de fixation, fixation de pièce complémentaire élimination des parties inutiles, réduction de la surface de certaines zones.

22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 21, caractérisé en ce que l'on utilise comme préforme l'appareil orthodontique obtenu par le procédé lors d'un cycle précédent.
- 5 23. Ballonnet d'expansion, caractérisé en ce qu'il est mis en oeuvre dans un procédé selon l'une quelconque des revendications 16 à 22, et en ce qu'il comporte au moins un moyen de contrôle de son expansion.
- 10 24. Ballonnet selon la revendication 23, caractérisé en ce que le moyen de contrôle de son expansion est choisi parmi les moyens suivants, à savoir une augmentation de l'épaisseur de sa paroi dans certaines zones et l'introduction dans sa paroi de renforts rigides par exemple métalliques.
- 15 25. Appareil orthodontique personnalisé, caractérisé en ce qu'il est fabriqué à partir d'une préforme (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 par l'intermédiaire d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 22.
26. Appareil orthodontique selon la revendication 25, caractérisé en ce qu'il constitue une Enveloppe Linguale Nocturne ou E.L.N. de Bonnet.



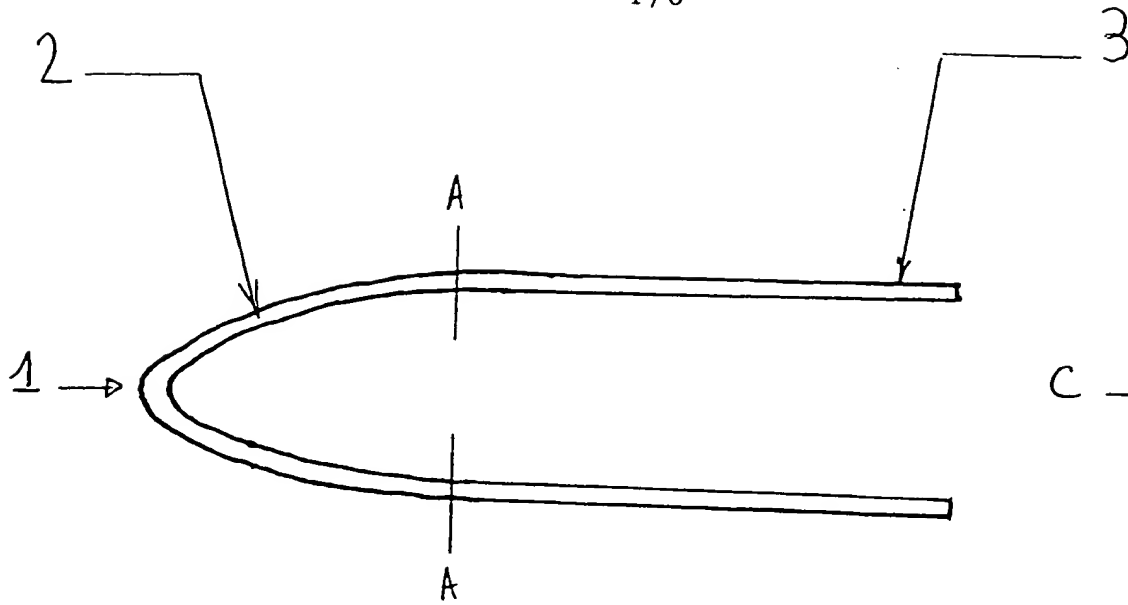


FIG. 1B

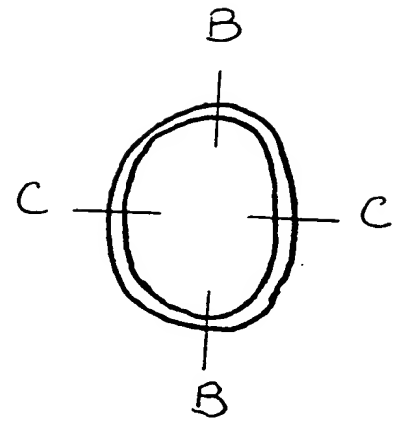


FIG. 1A

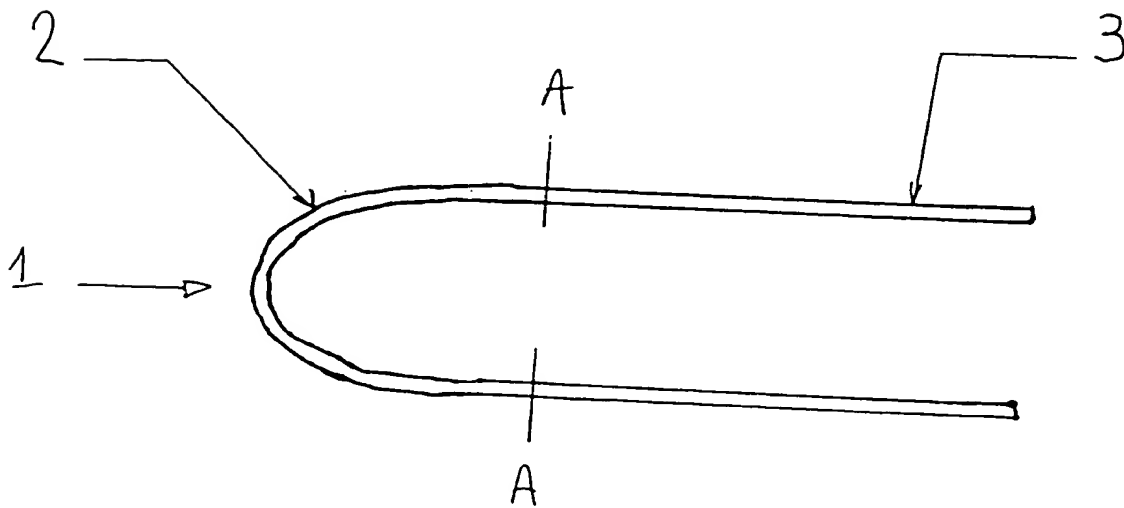


FIG. 1C

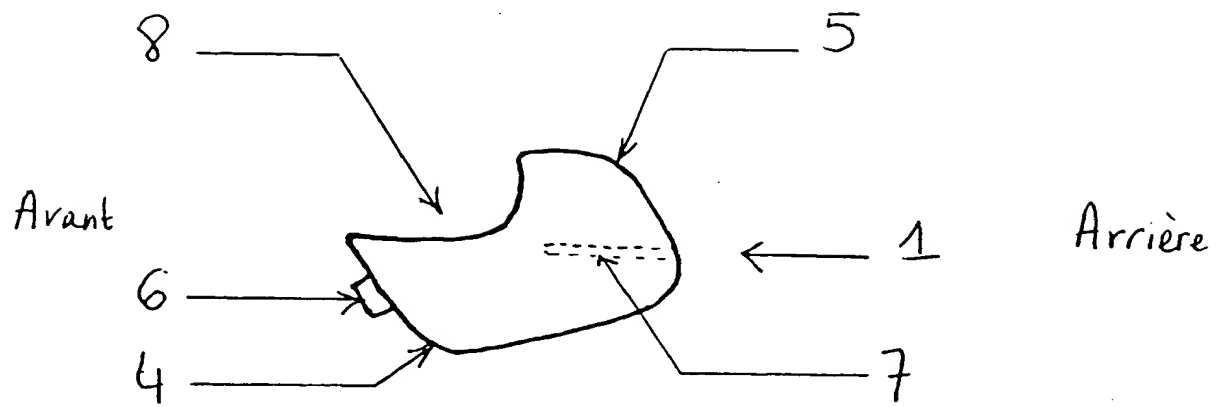


FIG. 2A

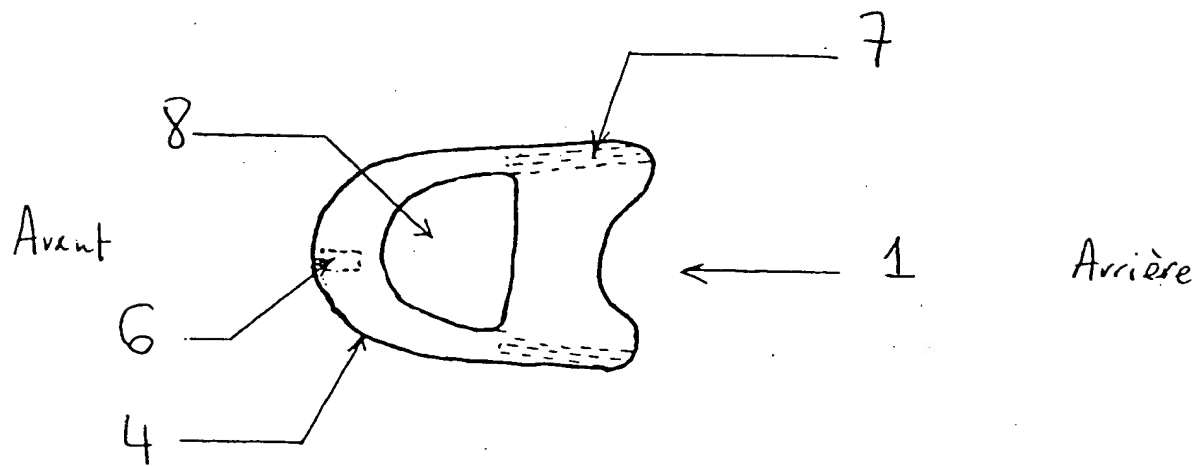


FIG. 2B

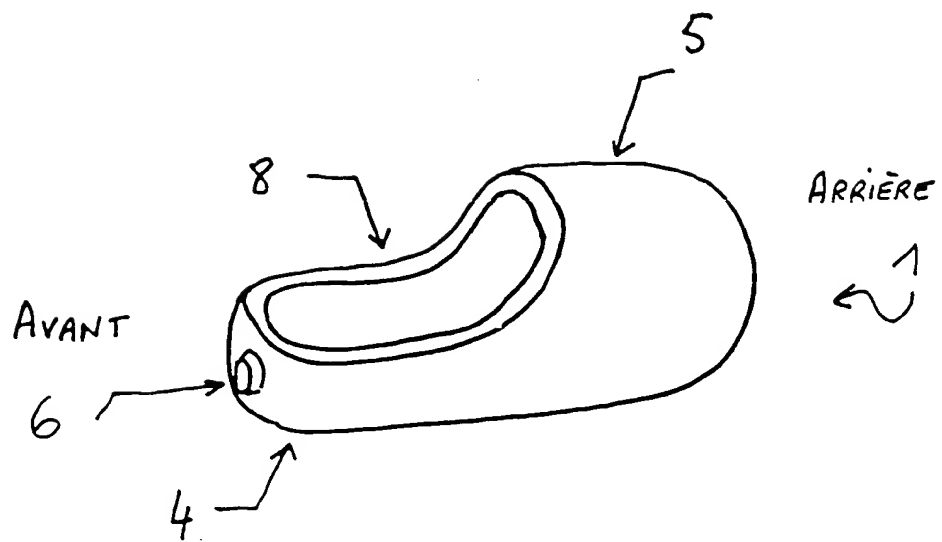


Fig. 2C

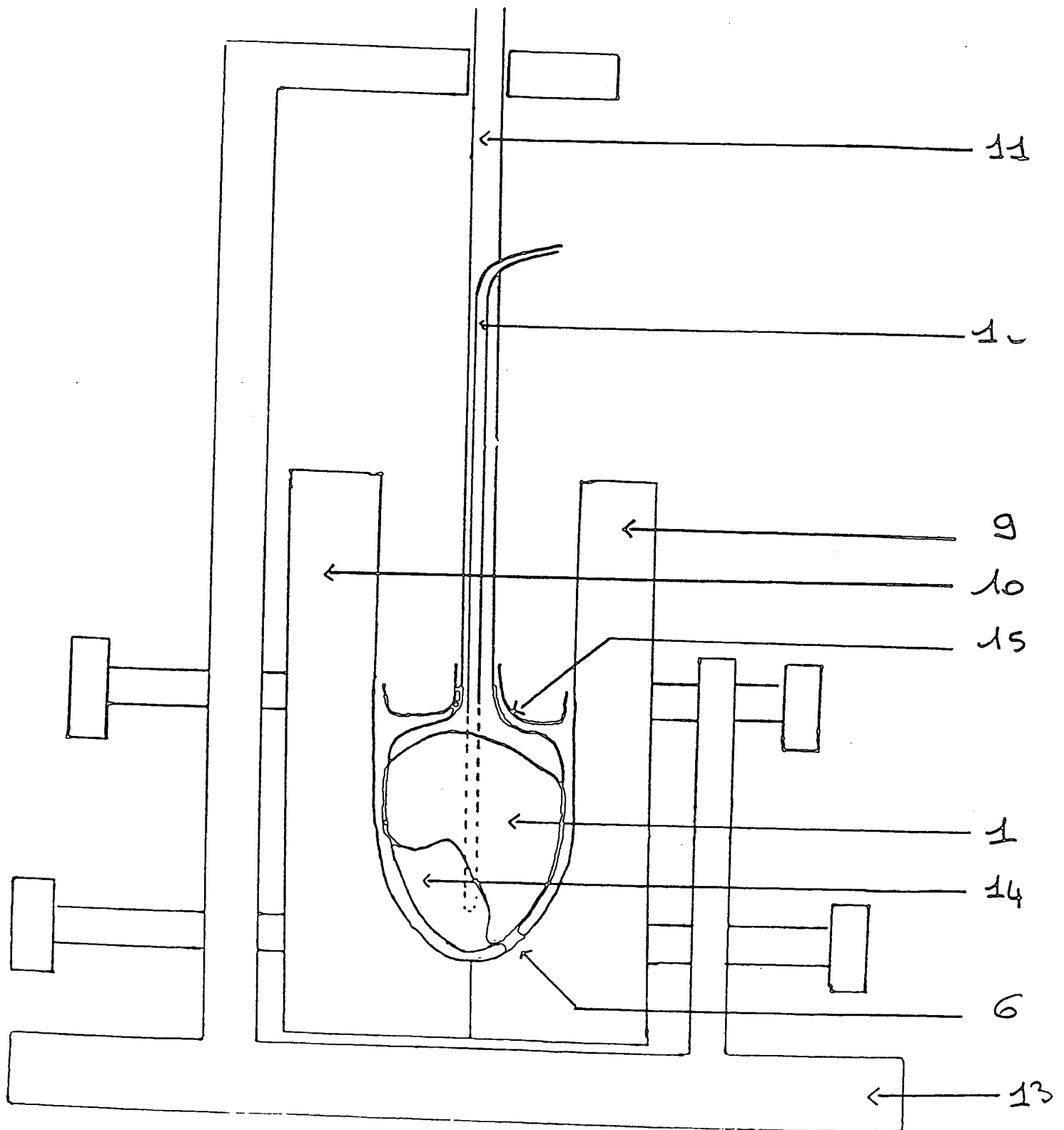
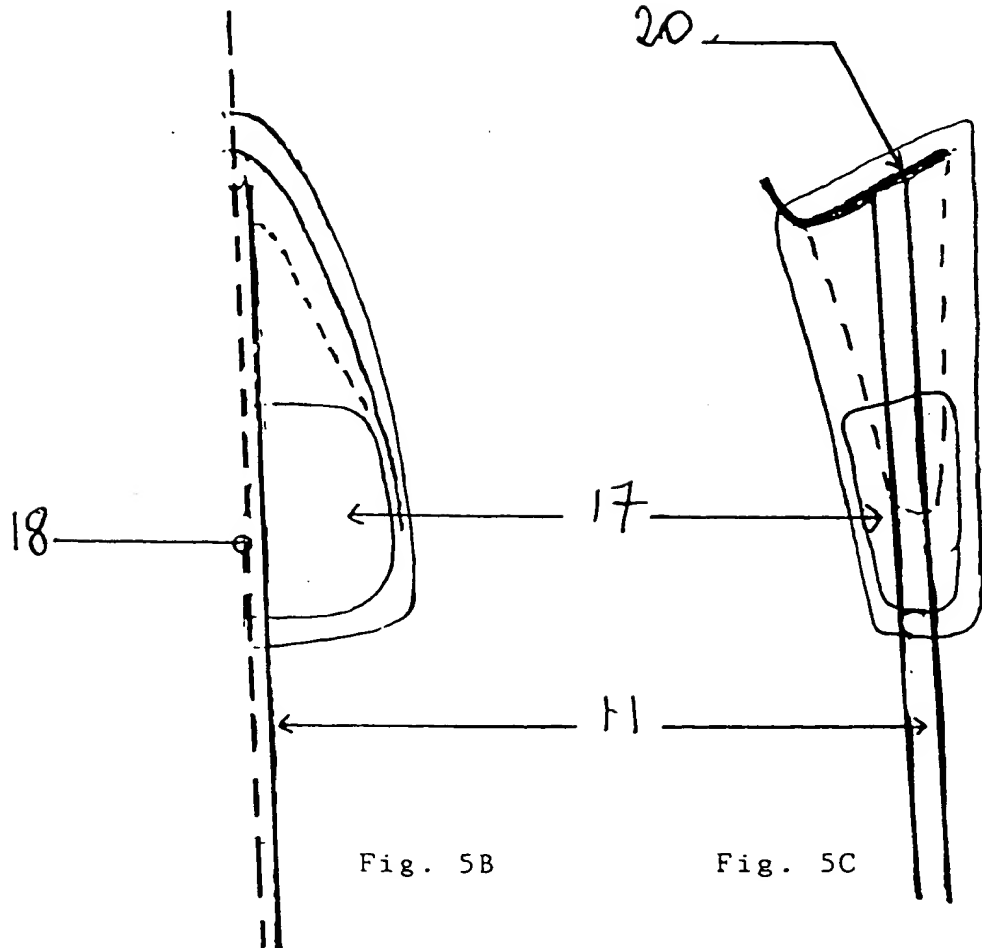
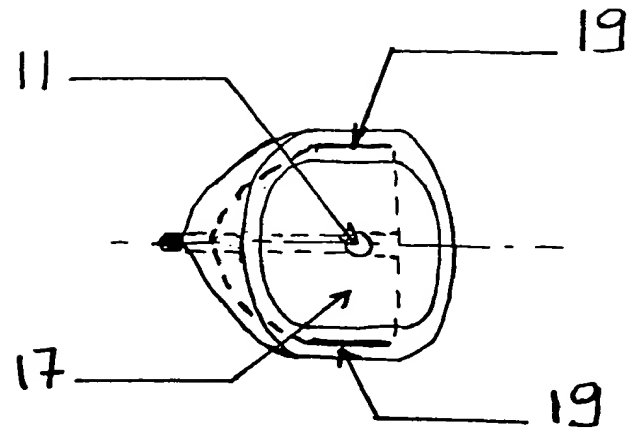
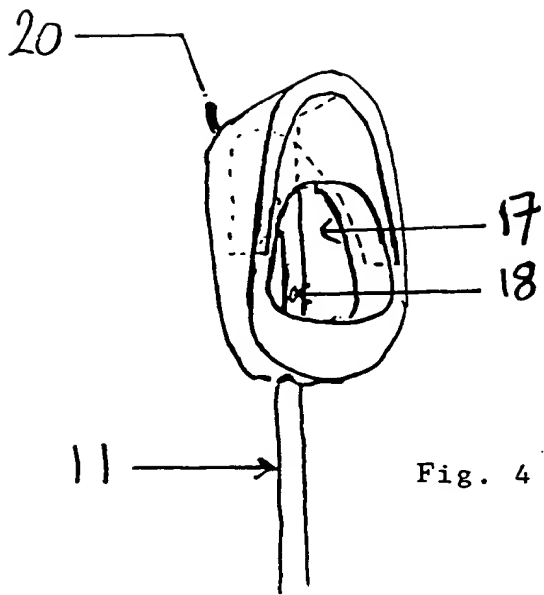


FIG. 3



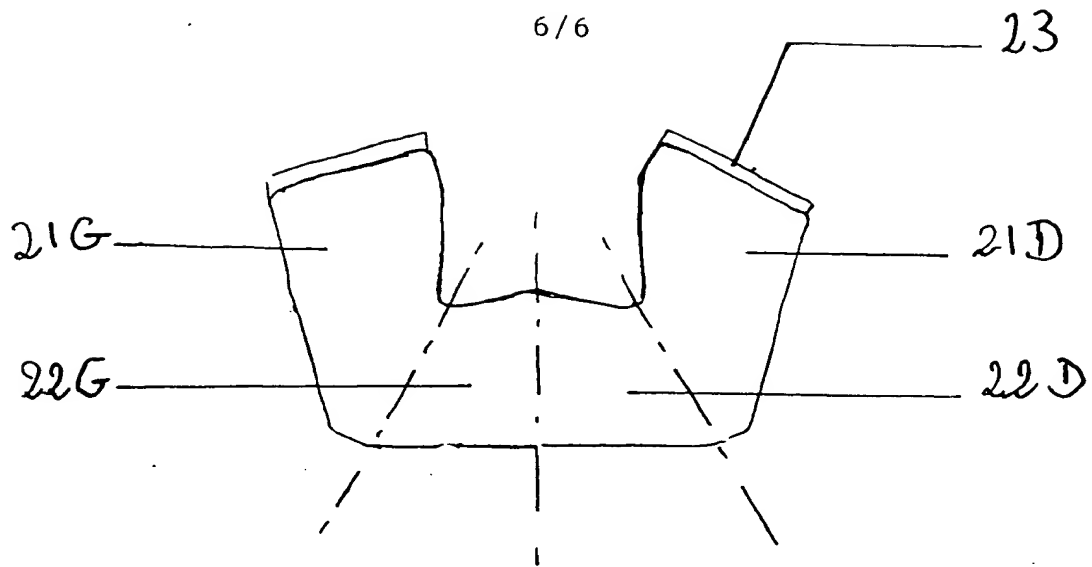


Fig. 6

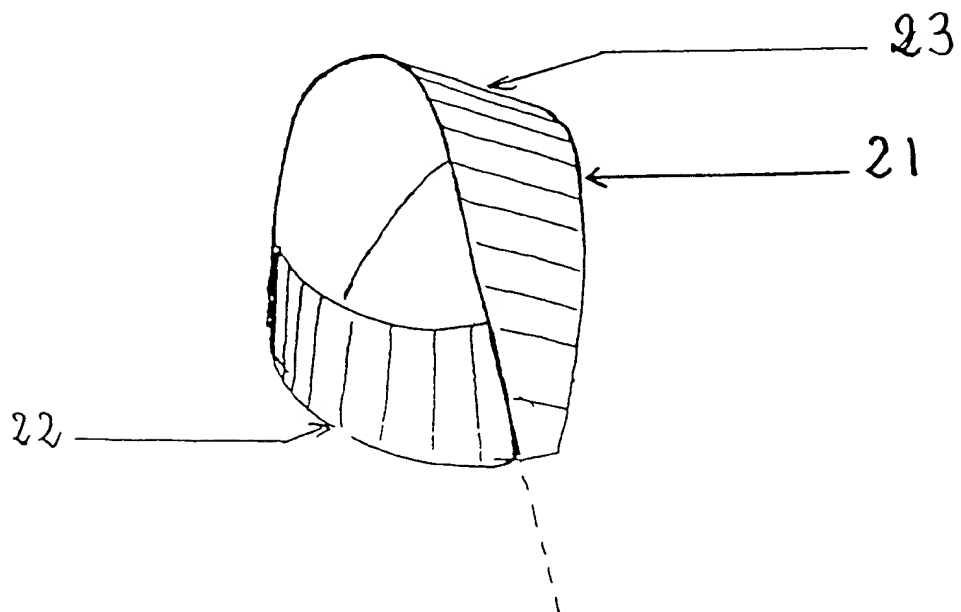


Fig. 7